



# El almacenamiento como mejora de la rentabilidad en plantas de generación renovables

Juan Fraga, Technology Advisor

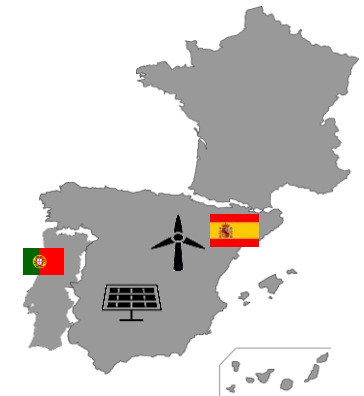
# ¿Qué es Dos Grados?

## Somos

- Una **plataforma de inversión directa especializada en activos reales sostenibles**.
  - **Gestionamos a largo plazo** los activos de nuestros inversores de una forma que va más allá del modelo tradicional, integrando los mercados en la actividad de inversión y gestión.
  - Nos preocupamos por la **“huella de valor”** que se puede generar en las comunidades locales en las que desarrollamos nuestros proyectos
- Nuestro color es el **azul** del cielo y del mar, como elementos claves del cambio climático.
- Nuestro nombre hace referencia al objetivo internacional de evitar que la temperatura media del planeta aumente más de 2°C respecto de los niveles preindustriales.

## Cartera de activos

- En este nuevo paradigma energético donde las energías renovables compiten en el mismo ámbito que las fuentes de generación convencionales, estamos desarrollando una **cartera propia de activos eólicos y solar fotovoltaicos de 900 MW**.
- Nuestro ámbito geográfico es **Iberia** y a medio plazo también Francia.
- Además **gestionamos activos eólicos en operación** desde 2017 coinvirtiendo como socio local junto con el inversor mayoritario para así estar totalmente alineados con sus intereses.



## Equipo y accionistas

- Somos un **equipo de personas con una larga trayectoria profesional** en los sectores energético y financiero **respaldado por una red local consolidada de asesores acreditados**.

**+ 75 años**

*Experiencia acumulada*

**+ 14 países**

*Experiencia internacional*

**+ 10 TWh**

*Coberturas y derivados estructurados*

**+ €1.1bn**

*Volumen de inversión*

■ JBCapitalMarkets

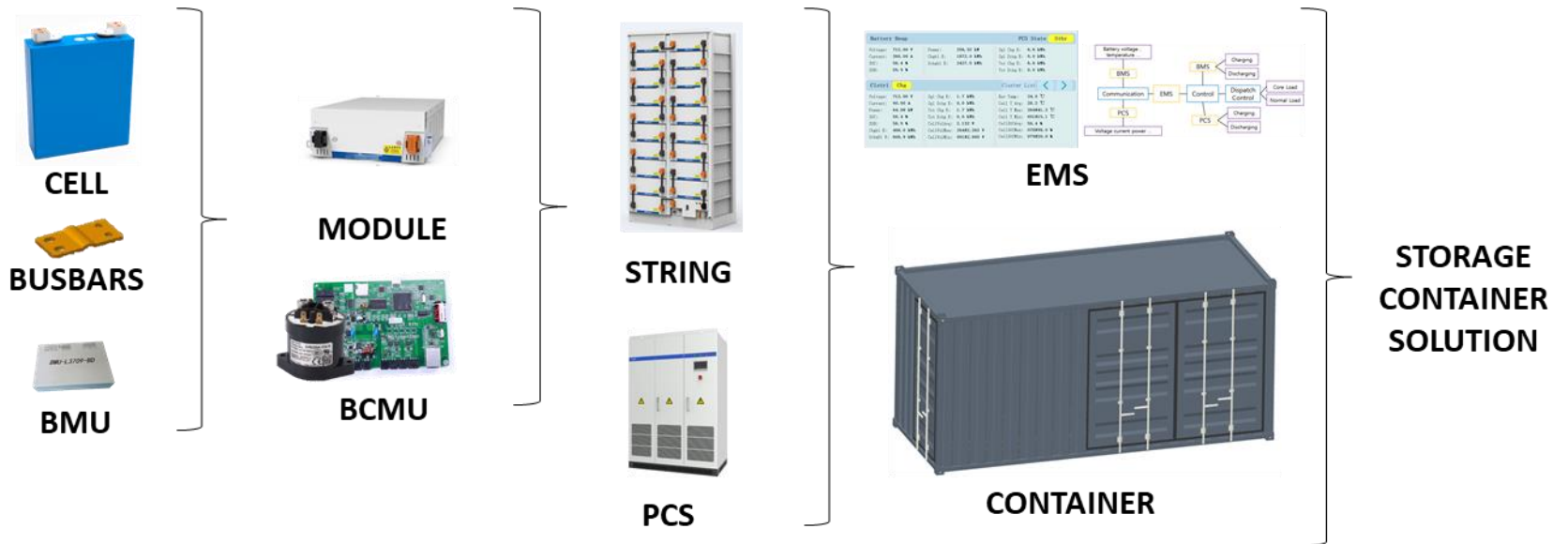
**sidenor**

**LORETO**  
MUTUA

# 1. El coste del almacenamiento por baterías

El almacenamiento no son solo Baterías

- ❑ Baterías (generalmente LiFePO4) + BMS + bandeja -> Módulos
- ❑ Módulos + EBMS + estructuras -> Bastidores (racks)
- ❑ Bastidores + PCS (electrónica de potencia) + aparellaje -> Sistema de almacenamiento
- ❑ Sistema almacenamiento + EMS (energy management system) + reactiva (opc) + contenedor / edificio (incl. climatización, extinción de incendios, protecciones, interconexiones) -> Solución integrada BESS (battery energy storage system)



# 1. El coste del almacenamiento: LCOS

Costes históricos y prospectiva para plantas de generación (utility)

- ❑ Coste de almacenamiento por cada kWh trasegado. Similar al LCOE, pero no lo incluye.
- ❑ Depende de muchos factores: CAPEX, O&M, diseño (horas @ Pmax) y régimen de operación (DoD, ratio de carga C y temperatura).
- ❑ El LCOE total incluye LCOE de generación y LCOS (solo fracción de energía almacenada)

Año	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Inversión €/kWh	580	476	372	268	210	162	128	103	89
% contribución batería	86%	84%	80%	73%	70%	63%	56%	49%	45%
LCOS €/MWh	236,0	193,6	151,4	109,1	70,6	45,4	29,8	19,9	15,8
LCOE FV €/MWh	35,0	33,6	32,3	31,0	29,7	28,5	27,4	26,3	25,2
LCOE total €/MWh	153,0	130,4	107,9	85,5	65,0	51,2	42,3	36,3	33,1

Notas: Caso básico, sin contenerizado ni MT, C = 0,2. LCOE total almacenando el 50% de la producción.

- ❑ La bajada de precios no es lineal, y se está acelerando.
- ❑ Afectan especialmente la mejora tecnológica (por partida doble: densidad energética y capacidad de ciclado) y las economías de escala.
- ❑ En una década el coste de almacenamiento será marginal con respecto al de generación.
- ❑ El almacenamiento no va a ser una opción, sino una necesidad (vertidos, canibalización).
- ❑ Las plantas actualmente en promoción deben tener ya contemplado el almacenamiento.

## 2. Tecnologías

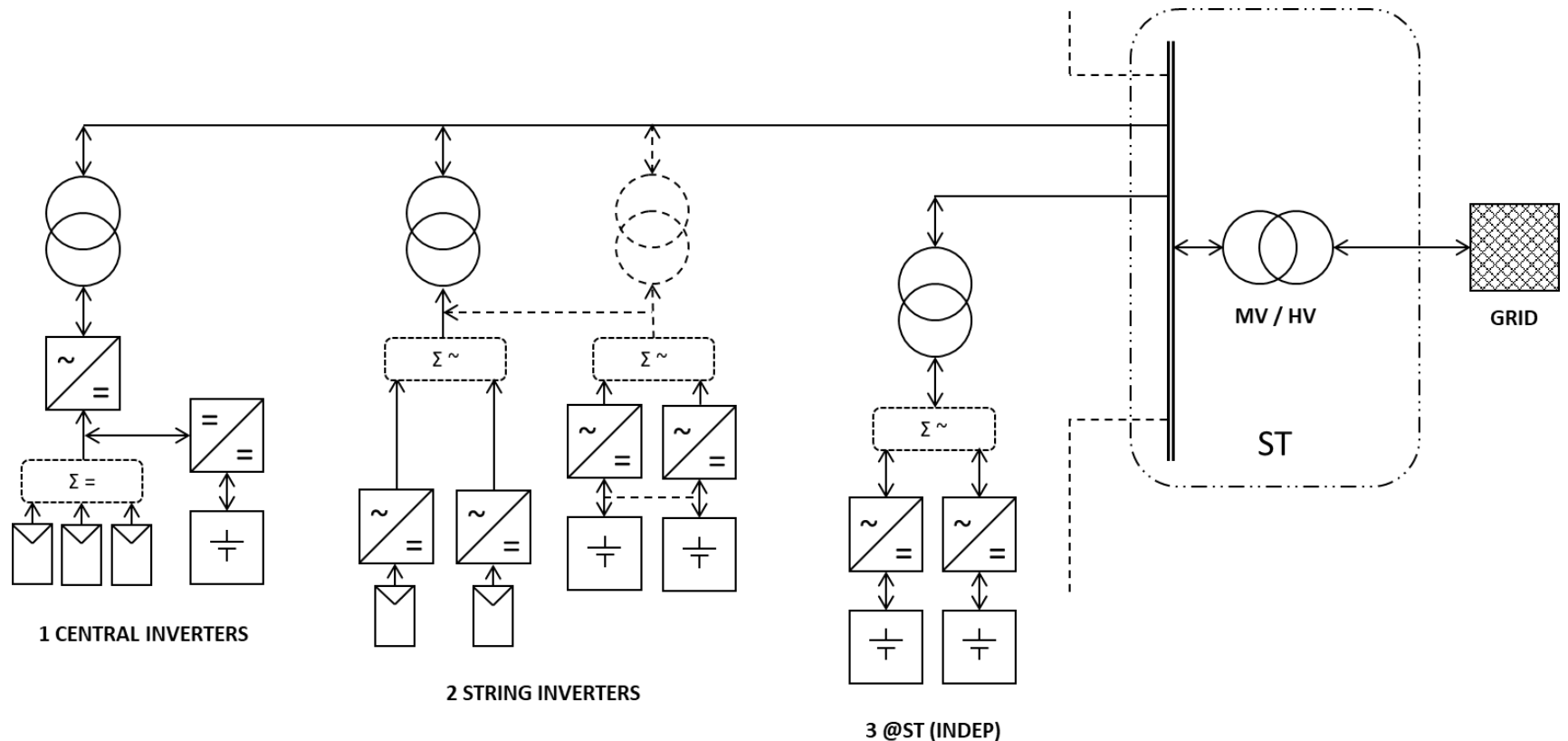
### Sistemas de almacenamiento según sus tecnologías y aplicaciones

Periodo	Uso	Tecnologías
Muy corto (segundos - minutos)	SAS (regulación de frecuencia primaria y secundaria, reposición de servicio -“black start”-) Protección contra microcortes	Supercondensadores Superconductores (magnético) Volantes de inercia
Corto (horas-día)	SAS (regulación terciaria, balanceo) Clipping y excesos Vertidos (“curtailment”) y precios canibalizados Arbitraje de mercado	Baterías (electroquímico, sobre todo litio) Baterías de flujo Almacenamiento térmico (frío – calor, sensible o latente)
Medio (días - semanas)	Garantía de suministro en periodos de alta demanda y baja generación (situaciones climáticas anómalas) Cobertura de demanda – instalaciones aisladas	Gravitacional Bombeo hidráulico
Largo (meses, estacional – anual)	Vertidos estacionales por exceso necesario de potencia para cubrir toda la demanda	Aire comprimido Hidrógeno Combustibles sintéticos (metano, metanol, amoniaco)

## 2. Topologías

Integración de sistemas de almacenamiento por baterías en plantas de generación

- ❑ Los rendimientos RTE no son los mismos - depende del origen de la energía almacenada
- ❑ Algunas topologías no son siempre posibles, y aun menos en retrofits
- ❑ Es importante definir las aplicaciones prioritarias del sistema
- ❑ Hay que preparar la planta para el almacenamiento, y planificar su implementación para reducir los costes de inversión hasta en un 30%



# 3. Preparación de una planta para almacenamiento

## Áreas de actuación

Técnico	Legal - permitting
<p>Obvio: Dejar espacio físico (opcional también obra civil) - <u>poco</u></p>	<p>Contratos con suministradores (sobre todo con fabricante de inversores): garantía, disponibilidad, etc., no cambian</p>
<p>Interconexión prevista (barras, protecciones, canalizaciones, etc.)</p>	<p>Proyectos que hagan referencia al sistema de almacenamiento en memoria, planos y pliegos. Permisos con la mayor referencia posible al <u>futuro</u> almacenamiento (planificación <u>orientativa</u>).</p>
<p>Los inversores centrales deben permitir carga y descarga (bidireccionales – 4 cuadrantes); gestión compatible con DC-DC</p> <p>Compatibilidad de futuros suministros</p>	<p>Permisos y normativa</p>
<p>Requerimientos adicionales medioambientales y de seguridad (layout – distancias, medios cercanos disponibles)</p>	
Datos	Financiero
<p>Sistema de gestión de energía (EMS) - PPC evolucionado o evitar colisiones. Integración en SCADA. Ampliar funciones con crecimiento incluyendo comandos OS, predicción, mercados. Extracción de datos relevantes, análisis / KPIs, mejoras</p>	<p>Escenarios previstos (viabilidad - flexibilidad - oportunidad - <u>sobrepotenciar</u>) -&gt; inclusión en BP</p> <p>Implantación planificada (flexible) y progresiva en función de evolución de mercados y CAPEX</p>

# 3. Planificar la planta con almacenamiento

## IMPLANTACIÓN POR FASES DEL SISTEMA: ASPECTOS A CONTEMPLAR

- ❑ **Definición de objetivos (usos previstos y potencias/capacidades)**
- ❑ **Análisis de configuración de planta, modificaciones; configuraciones viables (supuestos)**
- ❑ **Diseño del sistema, implantación, equipos y componentes. Preselección de proveedores.**
- ❑ **Balances energéticos generación vs. almacenamiento (cargas, descargas y ciclado).**
- ❑ **Análisis de sobrepotenciado. Caracterización: Vida útil y LCOS.**
- ❑ **Viabilidad y rentabilidad. Plan de Negocio. Optimización.**
- ❑ **Planificación de implantación y fases de inversión. Hitos y umbrales.**
- ❑ **Documentación de proyectos (independientes o anexos). Normativa y código de red**
- ❑ **Revisión de contratos (suministros, O&M, BOS, EPC, ...)**
- ❑ **Sistema de gestión del almacenamiento (BMS - EMS / PPC). Inclusión en SCADA de planta.**
- ❑ **Certificaciones y verificación con entidades financieras**
- ❑ **Supervisión: pruebas en fábrica (FAT) y recepción / pruebas in situ (SAT) de suministros**
- ❑ **Soporte D.O. Puesta en marcha. Protocolos de mantenimiento**
- ❑ **Monitorización, supervisión y/o control de la operación. Eficiencias (parciales y total) y SOH.**
- ❑ **Análisis de datos históricos y propuestas de mejora (big data support / AI)**
- ❑ **Revamping / decommissioning**





HOY ES  
MAÑANA

